

Rec'd PCT/PTO 03 MAR 2005

PCT/JP 03/11229

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

03.09.03

10/526855

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年 9月 4日

出願番号
Application Number: 特願2002-259318

[ST. 10/C]: [JP 2002-259318]

出願人
Applicant(s): シャープ株式会社

REC'D 23 OCT 2003

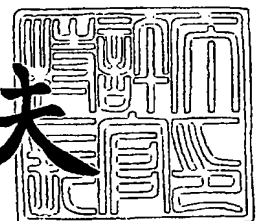
WIPO PCT

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年10月 9日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 01J04562

【提出日】 平成14年 9月 4日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/20

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 中山 純一郎

【発明者】

 【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内

 【氏名】 岡崎 真也

【特許出願人】

 【識別番号】 000005049

 【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100075557

 【弁理士】

 【フリガナ】 サイキョウ

 【氏名又は名称】 西教 圭一郎

 【電話番号】 06-6268-1171

【選任した代理人】

 【識別番号】 100072235

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 杉山 毅至

【選任した代理人】

【識別番号】 100101638

【弁理士】

【氏名又は名称】 廣瀬 峰太郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009106

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208451

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ加工方法およびレーザ加工装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザビームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザ加工方法であって、

前記非晶質材料からなる層の表面に画される第 1 領域内に対してレーザビームを照射して第 1 領域内の非晶質材料を溶融し、

溶融した第 1 領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

前記非晶質材料からなる層の表面に画され、前記第 1 領域と予め定められる部分が重畳する第 2 領域に対してレーザビームを照射して第 2 領域内の非晶質材料を溶融し、

溶融した第 2 領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

レーザビームが照射されるべき領域を予め定められる方向に予め定められる距離移動し、直前の第 2 領域と部分的に重畳するように非晶質材料からなる層の表面に画される新たな第 1 領域を定め、

前記非晶質材料の結晶化される領域が所望の大きさに達するまで、非晶質材料からなる層の表面上におけるレーザビームの照射と、レーザビームが照射されるべき領域の移動とを繰返し行うことを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項 2】 前記第 1 および第 2 領域は、

前記非晶質材料からなる層の表面に長方形の形状に画されることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ加工方法。

【請求項 3】 前記第 1 および第 2 領域は、

前記非晶質材料からなる層の表面に鋸歯状の形状に画されることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ加工方法。

【請求項 4】 前記第 1 および第 2 領域は、

前記非晶質材料からなる層の表面にアーチ状の形状に画されることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ加工方法。

【請求項 5】 前記第 1 領域と前記第 2 領域とは、

交差することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載のレーザ加工方法。

【請求項 6】 基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザビームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザ加工装置において、

レーザビームを放射する光源と、

前記光源から放射されるレーザビームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第 1 領域を画することができるように、前記光源と前記非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザビームの光路上に設けられる第 1 投影マスクと、

前記光源から放射されるレーザビームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第 2 領域を画することができるように、前記光源と前記非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザビームの光路上に設けられる第 2 投影マスクとを含むことを特徴とするレーザ加工装置。

【請求項 7】 前記レーザ光源は、

前記第 1 領域内に照射されるべきレーザビームを放射する第 1 レーザ光源と、

前記第 2 領域内に照射されるべきレーザビームを放射する第 2 レーザ光源とを含んで構成されることを特徴とする請求項 6 記載のレーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、たとえば半導体デバイスなどに半導体材料として用いられる非晶質材料をレーザビーム照射によって結晶化するレーザ加工方法およびレーザ加工装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

半導体デバイスは、基板を兼ねて構成される単結晶シリコン（S i）またはガラス基板上に成層される S i 薄膜に形成される。このような半導体デバイスは、イメージセンサやアクティブマトリックス液晶表示装置などに備えられている。液晶表示装置（L C D : Liquid Crystal Display）に備えられる半導体デバイス

は、透明な基板上にたとえば薄膜トランジスタ（TFT:Thin Film Transistor）の規則的なアレイが形成されることによって構成され、各TFTは画素コントローラとして機能している。

【0003】

LCDには、消費電力が少なくて応答速度が速く、より明るい、より解像度の高いものが求められており、このようなLCDの性能向上は、画素コントローラであるTFTの性能向上、特にスイッチング特性の向上に依るところが大きい。TFTのスイッチング特性は、トランジスタ中におけるキャリアである電子の移動度を向上することによって改善される。トランジスタ中における電子移動度は、トランジスタの材料であるSiが非晶質であるよりも結晶化されている方が、高いことが知られている。このことから、汎用LCDに多用されているTFTは非晶質Si薄膜に形成されているけれども、この非晶質Siに代えて結晶化したSiが用いられようとしている。

【0004】

Siの多結晶構造体は、たとえばエキシマレーザから放射されるレーザビームを非晶質Siに照射して溶融し、凝固過程においてSiを結晶化させるなどの方法によって形成される。しかしながら、Siを単に溶融凝固させるだけでは、異なる大きさで異なる結晶方位を有する多数の小さな結晶粒が無秩序に形成されるに過ぎない。

【0005】

多数の小さな結晶粒が形成されると、結晶粒同志を画する結晶粒界が多数形成されるので、この結晶粒界が、電子をトラップして電子移動の障壁となり、結晶化されたことによる電子移動度の向上効果が十分に発現されない。また大きさと方位とが異なる小さな結晶内においては、電子移動度は結晶毎にそれぞれ異なるので、換言すれば異なる動作性能を備えるTFTが多数形成されていることになり、TFTアレイにデバイス特性の不均一が生じる。したがって、さらなるLCDの性能向上のためには、デバイス特性の均一化されたTFTアレイが形成される必要があり、TFTの特性を均一化するためには、TFTを形成するSiの結晶化領域を広くするとともに、結晶化される結晶粒の大きさをできる限り大きく

することが必要とされる。

【0 0 0 6】

このような問題に対応する先行技術の1つを、以下に説明する。図10は、先行技術に用いられるレーザ加工装置1の構成を簡略化して示す系統図である。レーザ加工装置1は、パルス状のレーザビームを放射する光源であるエキシマレーザ2と、エキシマレーザ2から放射されるレーザビームを反射してその方向を変化させる複数のミラー3と、可変減衰器4と、可変焦点視野レンズ5と、可変焦点視野レンズ5を透過したレーザビームを予め定められたパターンに限定して通過させる投影マスク6と、投影マスク6を通過したレーザビームをサンプル8上に結像させる結像レンズ7と、サンプル8を載置しサンプル8を移動させることのできるステージ9とを含んで構成される。

【0 0 0 7】

この先行技術では、図10に示すレーザ加工装置1を用いて、以下のようにサンプル8の結晶化処理を行う。サンプル8である基板上的半導体材料の膜に横方向に延在する結晶領域を形成するに当り、(a)半導体材料中に熱を誘導するパルス状の放射を用い、前記膜の第1の部分を露光してその厚さにわたって第1の部分の半導体材料を溶融する工程と、(b)前記第1の部分の半導体を凝固させ、前記第1の部分の境界部分に少なくとも1個の半導体結晶を形成し、この第1の部分を次の処理に対する以前の部分とする工程と、(c)前記以前の部分からステップ移動方向にステップ移動すると共に少なくとも1個の半導体結晶と部分的に重なり合う半導体の別の部分を露光する工程と、(d)前記別の部分の溶融した半導体材料を凝固させ、半導体結晶をステップ移動方向に成長させることにより半導体結晶を拡大させる工程と、(e)前述の工程cと工程dとの組合せを繰返し、所望の結晶領域が形成されるまで、各工程の別の部分を次の工程に対して以前の部分とする方法である(特許文献1参照)。

【0 0 0 8】

【特許文献1】

特表2000-505241号公報(第15~16頁、第1図)

【0 0 0 9】

【発明が解決しようとする課題】

前述した先行技術には、以下のような問題がある。半導体材料の1つの部分に対するパルス状の放射による露光が1回のみであるので、パルス状の放射が行われる光源の出力変動や装置の振動に起因する焦点ずれが発生し、半導体材料に十分な熱が誘導されないとき、結晶化されないことが生じたり、結晶化された場合であっても結晶粒が小さくなるという問題がある。

【0010】

また、結晶化される結晶粒を大きくするためには、パルス状の放射による露光領域を山形にしたり、結晶化させるべき領域を予めパターンニングしておかなければならない。露光領域を山形にすると、結晶は山形の頂点から広がる範囲の大きさまでしか成長しないという問題があり、結晶化させるべき領域を予めパターンニングすると、基板全体を結晶化することが困難になるという問題がある。

【0011】

本発明の目的は、半導体材料として用いられる非晶質材料を確実に結晶化させるとともに、所望の広さの領域になるように結晶化させることのできるレーザ加工方法およびレーザ加工装置を提供することである。

【0012】**【課題を解決するための手段】**

本発明は、基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザビームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザ加工方法であって、

前記非晶質材料からなる層の表面に画される第1領域内に対してレーザビームを照射して第1領域内の非晶質材料を熔融し、

熔融した第1領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

前記非晶質材料からなる層の表面に画され、前記第1領域と予め定められる部分が重畳する第2領域に対してレーザビームを照射して第2領域内の非晶質材料を熔融し、

熔融した第2領域内の非晶質材料を凝固させて結晶化し、

レーザビームが照射されるべき領域を予め定められる方向に予め定められる距

離移動し、直前の第2領域と部分的に重畳するように非晶質材料からなる層の表面に画される新たな第1領域を定め、

前記非晶質材料の結晶化される領域が所望の大きさに達するまで、非晶質材料からなる層の表面上におけるレーザビームの照射と、レーザビームが照射されるべき領域の移動とを繰返し行うことを特徴とするレーザ加工方法である。

【0013】

本発明に従えば、第1領域内に対してレーザビームを照射して非晶質材料を熔融凝固させて結晶化した後、第1領域と予め定められる部分が重畳する第2領域に対してレーザビームを照射して非晶質材料を熔融凝固させて結晶化する。このように第2領域の非晶質材料は、レーザビームの照射によって熔融凝固するとき、第1領域に形成された結晶を種結晶として、第1領域に形成された結晶粒を引継いでエピタキシャルに結晶成長することができる。さらにレーザビームが照射されるべき領域を予め定められる方向に予め定められる距離移動し、直前の第2領域と部分的に重畳するように新たな第1領域を定め、第1領域と第2領域とに対するレーザビームの照射と、照射領域の移動とによる結晶化処理を順次繰返すことによって、パターニング等による制約を受けることなく、非晶質材料からなる層に所望の大きさの結晶化領域を生成することが可能になるとともに、以前に結晶化された部位を種結晶として順次結晶成長させることができるので、大きな結晶粒を生成することが可能になる。

【0014】

また本発明は、前記第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面に長方形の形状に画されることを特徴とする。

【0015】

本発明に従えば、第1および第2領域は、非晶質材料からなる層の表面に長方形の形状に画されるので、非晶質材料が熔融凝固する際、第1および第2領域の短手方向には、長手方向よりも大きな温度勾配が形成される。このことによって、温度勾配が大きな短手方向に優先的に結晶化および結晶成長が起こるので、領域がたとえば正方形に画されて4方からほぼ均一に結晶化される場合に比べて、大きな結晶粒を生成させることができる。

【0016】

また本発明は、前記第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面に鋸歯状の形状に画されることを特徴とする。

【0017】

また本発明は、前記第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面にアーチ状の形状に画されることを特徴とする。

【0018】

本発明に従えば、第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面に鋸歯状またはアーチ状の形状に画される。第1および第2領域の鋸歯の突出方向およびアーチ状の湾曲方向を結晶の優先成長方向に合わせることによって、非晶質材料が溶融した後凝固する際の結晶成長を促進することができるので、第1領域において結晶化された結晶を種結晶とし、第2領域において結晶化処理するとき、一層確実に結晶成長させることが可能になる。

【0019】

また本発明は、前記第1領域と前記第2領域とは、交差することを特徴とする。

【0020】

本発明に従えば、第1領域と第2領域とは交差するので、交差による重畳領域であって結晶化された領域の周縁部に沿って、順次結晶化領域を拡大することができる。このようにして結晶化領域を拡大するとき、レーザービームが照射されて結晶化されるべき領域の移動を効率よく実施することができるので、結晶化処理された半導体材料の生産効率を高めることができる。

【0021】

また本発明は、基板を形成する非晶質材料からなる層または基板上に形成される非晶質材料からなる層にレーザービームを照射することによって、前記非晶質材料を結晶化させるレーザー加工装置において、

レーザービームを放射する光源と、

前記光源から放射されるレーザービームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第1領域を画することができるように、前記光源と前記

非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザービームの光路上に設けられる第1投影マスクと、

前記光源から放射されるレーザービームを通過させることによって、前記非晶質材料からなる層の表面に第2領域を画することができるように、前記光源と前記非晶質材料からなる層との間に形成されるレーザービームの光路上に設けられる第2投影マスクとを含むことを特徴とするレーザー加工装置である。

【0022】

本発明に従えば、レーザービーム加工装置には、レーザービームを放射する光源と、非晶質材料からなる層の表面に第1領域を画するための第1投影マスクと、第2領域を画するための第2投影マスクとが設けられる。このことによって、第1領域にレーザービームを照射して結晶化し、次いで第2領域にレーザービームを照射して第1領域に生成された結晶を種結晶として結晶成長させるという結晶化处理および結晶成長を円滑に行うことが可能になる。

【0023】

また本発明は、前記レーザー光源は、前記第1領域内に照射されるべきレーザービームを放射する第1レーザー光源と、前記第2領域内に照射されるべきレーザービームを放射する第2レーザー光源とを含んで構成されることを特徴とする。

【0024】

本発明に従えば、第1レーザー光源と第2レーザー光源との2つの光源を備えるので、第1領域と第2領域とにレーザービームを照射する時間間隔を自在に設定することができる。このことによって、第1領域において結晶化された結晶を種結晶とし、種結晶から結晶成長させるのに最適なタイミングで第2領域にレーザービームを照射することが可能になるので、大きな結晶粒を生成することができる。また前述のように第1領域に対するレーザービームの照射後、第2領域に対するレーザービーム照射の最適なタイミングを設定することができるので、種結晶から結晶成長させるために第1領域に対して第2領域を重畳させるべき好適な領域の許容範囲が緩和される。

【0025】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の実施の一形態であるレーザ加工装置10の構成を簡略化して示す系統図であり、図2は図1に示すレーザ加工装置10に備わる第1および第2投影マスク17、18の形状を示す平面図である。レーザ加工装置10は、レーザビームを放射する第1および第2レーザ光源11、12と、第1および第2レーザ光源11、12から放射されるレーザビームの光路上にそれぞれ設けられる第1および第2可変減衰器13、14ならびに第1および第2可変焦点視野レンズ15、16と、第1および第2可変焦点視野レンズ15、16を透過したレーザビームをそれぞれ通過させる第1および第2投影マスク17、18と、結像レンズ19と、レーザビームを反射して光路を変化させるように設けられる複数のミラー20と、レーザビームが照射されて結晶化されるサンプル21と、サンプル21が載置されるステージ22と、第1および第2レーザ光源11、12の出力制御およびステージ22の駆動制御を行う制御手段23とを含む。

【0026】

第1および第2レーザ光源11、12には、ガスレーザである波長が308nmのXeClエキシマレーザが用いられる。このようなエキシマレーザは、たとえばLambda Physik社製Compex 301によって実現される。第1および第2可変減衰器13、14は、レーザビームの透過率を可変に設定することが可能なフィルタとしての機能を有し、第1および第2レーザ光源11、12から放射されるレーザビームの放射照度を調整することができる。

【0027】

第1および第2可変焦点視野レンズ15、16は、レーザビームを集光し焦点調整するレンズである。第1および第2投影マスク17、18は、たとえば合成石英にクロム薄膜をパターンニングしたものである。本実施の形態では第1および第2投影マスク17、18には、長方形の第1および第2開口部25、26がそれぞれ形成される。

【0028】

第1および第2投影マスク17、18は、第1および第2レーザ光源11、12から放射されるレーザビームの光路上に設けられ、第1および第2可変焦点視野レンズ15、16を透過したレーザビームをそれぞれ通過させることによって

、サンプル 21 の表面に後述する第 1 および第 2 領域を画する。

【0029】

結像レンズ 19 は、レーザビームによる第 1 および第 2 開口部 25, 26 をサンプル 21 の表面に結像させる。ステージ 22 は、駆動手段を備え、載置されるサンプル 21 を 2 次元平面内において X-Y 軸方向への水平移動および回転移動させることができる。

【0030】

図 3 は、サンプル 21 の構成を簡略化して示す断面図である。サンプル 21 は、透明基板 27 の一方の表面に SiO_2 膜 28 が積層され、さらに SiO_2 膜 28 の表面にアモルファスシリコン (a-Si) 膜 29 が積層される。ここで a-Si 膜 29 が非晶質材料からなる層である。本実施の形態では、 SiO_2 膜 28 の厚みは 100 nm、a-Si 膜 29 の厚みは 50 nm である。 SiO_2 膜 28 および a-Si 膜 29 は、プラズマエンハンスド化学気相堆積 (PECVD)、蒸着またはスパッタリングなどによって、前述の厚みに積層される。

【0031】

制御手段 23 は、CPU (Central Processing Unit) を備えるマイクロコンピュータなどによって実現される処理回路である。制御手段 23 には、第 1 および第 2 レーザ光源 11, 12 ならびにステージ 22 が電氣的に接続され、制御手段 23 によって、第 1 および第 2 レーザ光源 11, 12 から放射されるレーザビームの発振パルス時間および周期が制御されるとともに、ステージ 22 の駆動制御すなわちステージ 22 上に載置されるサンプル 21 の位置制御が行われる。

【0032】

レーザビームの発振パルス時間および周期の制御は、たとえばサンプル 21 の結晶化処理条件毎に予め定められる発振パルス時間および周期をテーブル化し、そのテーブルがストアされた RAM (Random Access Memory) を制御手段 23 に設け、RAM から読出される前記テーブル情報に基づく制御信号を第 1 および第 2 レーザ光源 11, 12 に与えることによって実現される。またステージ 22 の駆動制御は、予め制御手段 23 に与えられる情報に基づく NC (Numerical Control) 制御によってもよく、またサンプル 21 の位置を検出する位置センサ

を設け、位置センサからの検出出力に応答する制御によってもよい。

【0033】

制御手段23からの制御信号に従って第1レーザ光源11から放射されるレーザビームは、第1可変減衰器13を通過して放射照度が調整され、第1可変焦点視野レンズ15を透過し、第1投影マスク17の第1開口部25を通過し、結像レンズ19によってサンプル21のa-Si膜29上に照射される。この第1レーザ光源11から放射され、サンプル21のa-Si膜29上に達するレーザビームは、前述のように第1投影マスク17の第1開口部25を通過することによって、a-Si膜29上に長方形に画される第1領域内のみを照射する。

【0034】

前述と同様にして第2レーザ光源12から放射されるレーザビームは、第2可変減衰器14を通過し、第2可変焦点視野レンズ16を透過し、第2投影マスク18の第2開口部26を通過し、結像レンズ19によってサンプル21のa-Si膜29上に照射される。この第2レーザ光源12から放射され、サンプル21のa-Si膜29上に達するレーザビームは、前述のように第2投影マスク18の第2開口部26を通過することによって、a-Si膜29上に長方形に画される第2領域内のみを照射する。

【0035】

再び図2に戻り、a-Si膜29上に画される第1および第2領域31、32について説明する。図2に示す第1および第2投影マスク17、18の第1および第2開口部25、26は、その短手方向の長さが2Wになるように形成される。

【0036】

図2に示すままの倍率で第1および第2開口部25、26が、a-Si膜29上に結像される状態で、第1開口部25によってa-Si膜29上に画される第1領域31に対して、第2開口部26によってa-Si膜29上に画される第2領域32は、第1領域31の短手方向に距離Wをずれた配置になるように設定される。すなわち第1および第2投影マスク17、18は、a-Si膜29上に画される第1領域31と第2領域32とが前述のような配置になるように、第1お

よび第2レーザ光源11, 12から放射されるレーザビームの光路上にそれぞれ設けられる。前述の距離Wを、以後オフセット量と呼ぶことがある。

【0037】

なお結像レンズ19によってa-Si膜29上に結ばれる第1および第2開口部25, 26の像の原寸法に対する縮小倍率がnで表されるとき、第1および第2領域31, 32の短手方向の長さは $2W \times n$ 、第1領域31に対する第2領域32のオフセット量は $W \times n$ で与えられる。

【0038】

以下に非晶質材料であるa-Si膜29にレーザビームを照射して結晶化するレーザ加工方法について説明する。図4は、a-Si膜29上におけるレーザビーム照射による結晶化処理の概要を示す図である。

【0039】

図4(a)には、a-Si膜29の表面に画される第1領域31内に、第1レーザ光源11から放射されるレーザビームを照射し、レーザビームの照射によって第1領域31内のa-Siを溶融している状態を示す。本実施の形態では、第1領域31は長方形の形状に画されるので、a-Siが溶融凝固する際、短手方向に形成される温度勾配は長手方向に形成される温度勾配よりも大きくなる。したがって、a-Siは、温度勾配が大きな短手方向に結晶化および結晶成長する。

【0040】

図4(b)には、第1領域31内において結晶化されたa-Siに対して、レーザビームの照射領域を第1領域31の短手方向にオフセット量Wだけずれた位置に定められる第2領域32内にレーザビームを照射し、第2領域32内のa-Siを溶融している状態を示す。第2領域32内において溶融されたa-Siが凝固して結晶化するに際しては、先の第1領域31と重畳する短手方向Wの部分については再度溶融されるけれども、先の第1領域31内の残りのオフセットWの部分において結晶化された結晶が種結晶として残るので、この種結晶から第2領域32内へエピタキシャルに結晶化が進行する。

【0041】

次に、第1投影マスクによってa-Si膜29上に画される第1領域31aが、先の第2領域32からさらにオフセット量Wだけ短手方向にずれた位置になるように、制御手段23によってステージ22を移動、すなわちサンプル21を移動する。図4(c)は、サンプル21を移動させることによって新たにa-Si膜29上に画される第1領域31a内にレーザビームを照射し、第1領域31a内のa-Siを溶融している状態を示す。先の第2領域32におけるのと同様に、新たな第1領域31aでは、先の第2領域32内において結晶化された結晶が種結晶となり、この種結晶からエピタキシャルに結晶化が進行する。

【0042】

このように、a-Si膜29上に画される領域内に対するレーザビームの照射と、レーザビームが照射されるべき領域の移動すなわちサンプル21の移動とを繰返し行うことによって、パターニング等に依ることなく、a-Si膜29に所望の大きさの結晶領域を作成することが可能になる。

【0043】

なお、各領域内においてa-Siを溶融後凝固させて結晶化するステップにおいては、領域内全体の凝固および結晶化が完了することを意味しない。すなわち、エキシマレーザである第1および第2レーザ光源11, 12は、極めて短い周期でレーザビームを放射することができる特性を利用し、領域内において凝固が進行中、すなわち領域内の一部が結晶化された段階において、次の領域に対するレーザビーム照射が実行されてもよい。

【0044】

このように、第1領域31と第2領域32とに対するレーザビーム照射の時間間隔を、ほぼ同時とも言える短い間に実行するときには、オフセット量を前記Wよりも大きい $W + \delta W$ [$(W + \delta W) > W$] に設定し、単位時間あたりに生成することのできる結晶化領域を大きくし、すなわち処理量を増してスループットを上げることができる。また前記オフセット量Wは、種結晶を利用した結晶成長をさせなければならないので、その設定精度はミクロンオーダーであるけれども、レーザビーム照射の時間間隔を短くすることによって、設定精度が緩和される。

【0045】

本実施の形態では、前述のように第1および第2領域31, 32は、第1および第2投影マスク17, 18に形成される第1および第2開口部25, 26によって長方形に画されるけれども、これに限定されるものではない。図5は、もう一つの投影マスク33の形状を示す平面図である。図5に示されるように、もう一つの投影マスク33に形成されるもう一つの開口部34は、鋸歯状である。このように投影マスク33によってa-Si膜29上に画される領域は、鋸歯状であってもよい。鋸歯の突出方向を、a-Siが結晶化する際の優先成長方向に合わせることによって、結晶成長を促進することができるので、先の領域において結晶化された結晶を種結晶とし、次の領域において結晶化处理するとき、一層確実に結晶成長させることが可能になる。

【0046】

図6は、本発明の実施の第2の形態であるレーザ加工装置に設けられる第3および第4投影マスク35, 36の形状を示す平面図である。本実施の形態のレーザ加工装置は、実施の第1形態のレーザ加工装置10に設けられる第1および第2投影マスク17, 18に代えて第3および第4投影マスク35, 36が用いられることを除いて同一に構成されるので図および説明を省略する。

【0047】

注目すべきは、第3および第4投影マスク35, 36にそれぞれ形成される長方形の第3および第4開口部37, 38によって、a-Si膜29上に画される第1領域と第2領域とが交差するように、第3および第4投影マスク35, 36が、第1および第2レーザ光源11, 12から放射されるレーザビームの光路上にそれぞれ設けられることである。本実施の形態では、a-Si膜29上に画される第1領域と第2領域とが直交するように、第3および第4投影マスク35, 36が設けられる。

【0048】

図7は、第1領域31と第2領域32とが交差している場合のa-Si膜29上におけるレーザビーム照射による結晶化处理の概要を示す図である。

【0049】

図7(a1)には、a-Si膜29上におけるレーザビームの照射領域である

第1領域31を示し、図7(a2)には、第1領域31にレーザビームを照射してa-Siを溶融し、さらに凝固させて結晶化した状態を示す。このとき第1領域31は長方形であるので、結晶粒は第1領域31の短手方向に成長する。

【0050】

図7(b1)には、第1領域31に対して第2領域32が交差する状態を示す。すなわち第2領域32は、第1領域31に対して図7の紙面に垂直な軸線まわり方向に90度角変位移動した位置に交差部を重畳部とするように定められる。図7(b2)には、第2領域32にレーザビームを照射することによって、第1領域31と第2領域32との交差により形成される重畳部に、第1領域31において結晶化した結晶を種結晶として成長した大きな結晶粒39が形成されることを示す。

【0051】

図7(c1)には、ステージ22の移動によってサンプル21を、第1領域31および第2領域32のいずれに対しても45度の方向に $\sqrt{2} \cdot W$ だけ移動させた位置に画される新たな第1領域31aを示し、図7(c2)には、新たな第1領域31aにレーザビームを照射することによって、前記重畳部に形成された大きな結晶粒39を種結晶として新たな第1領域31a内へ結晶成長し、さらに大きな結晶粒40が形成されることを示す。

【0052】

図7(d1)には、前述のサンプル21の移動によってa-Si膜29上に新たに画される第2領域32aが、新たな第1領域31aに対して交差する状態を示す。図7(d2)には、新たな第2領域32aにレーザビームを照射することによって、前記大きな結晶粒40を種結晶として新たな第2領域32a内へ結晶成長し、一層大きな結晶粒41となることを示す。

【0053】

図7(e1)には、前述の図7(a1)～図7(d1)の説明に示す動作を繰返して、第1領域31, 31a, 31b, 31c, 31d, 31eと、第2領域32, 32a, 32b, 32c, 32d, 32eとをそれぞれ順次交差させて形成されるレーザビームの照射領域を示す。図7(e2)には、図7(e1)に示

すようなレーザビームの照射領域の形成によって、a-Si膜29に大きな結晶化領域42が形成され得ることを示す。

【0054】

このように第1領域31と第2領域32とを交差させることによって、交差による重畳領域であって結晶化される領域の周縁部に沿って、順次結晶化領域を拡大することができる。このようにして結晶化領域を拡大するとき、レーザビームが照射されて結晶化されるべき領域の移動、すなわち結晶化されるべきサンプル21の移動を、ステージ22を順次一方向に移動するという効率的な方法で実現できるので、a-Siの結晶化処理の生産効率を高めることができる。

【0055】

a-Si膜29上に形成される第1領域31と第2領域32とを交差させるように設けられる投影マスクに形成される開口部の形状は、前述のような長方形に限定されるものではない。図8は、開口部43、44がアーチ状に形成される第5および第6投影マスク45、46の形状を示す図である。図8に示すような第5および第6投影マスク45、46によって、a-Si膜29上に交差して画される第1および第2領域の形状は、アーチ形であってもよい。

【0056】

第1および第2領域のアーチ状の湾曲方向のいずれかを結晶の優先成長方向に合わせることによって、a-Siが溶融した後凝固する際の結晶成長を促進することができるので、第1領域と第2領域との交差部において結晶化された結晶を種結晶とし、種結晶の周縁部に結晶成長させるとき、一層確実に結晶成長させることが可能になる。

【0057】

図9は、本発明の実施の第3の形態であるレーザ加工装置50の構成を簡略化して示す系統図である。本実施の形態のレーザ加工装置50は、実施の第1形態のレーザ加工装置10に類似し、対応する部分については同一の参照符号を付して説明を省略する。

【0058】

レーザ加工装置50において注目すべきは、レーザビームを放射する光源が1

つであり、また光源から放射されるレーザービームの放射照度を調整する可変減衰器も1つのみが備わることである。前述の光源を2つ備える実施の第1形態のレーザー加工装置10では、制御手段23によって第1レーザー光源11と第2レーザー光源12とのレーザービームを放射するタイミングを制御し、このタイミング制御によって第1領域31と第2領域32とにレーザービームを照射する時間間隔を制御するけれども、光源を1つしか備えない本実施の形態のレーザー加工装置50では、第1レーザー光源11からサンプル21に達するレーザービームに光路差 d を形成し、この光路差 d によって第1領域31と第2領域32とにレーザービームを照射する時間間隔を制御する。

【0059】

図9に示すように、第1投影マスク17によってサンプル21の $a-Si$ 膜29上に画される第1領域31に照射されるレーザービームの光路長さに比べて、第2投影マスク18によって $a-Si$ 膜29上に画される第2領域32に照射されるレーザービームの光路長さは、前述の光路差 d だけ長い。したがって、第2領域32では、第1領域31に比べて光路差 d をレーザーの速度で除した時間だけ遅延してレーザービームが到達することになるので、光源が1つであっても第1領域31と第2領域32とに、レーザービームを照射する時間間隔を制御することができる。

【0060】

以上に述べたように、本実施の形態では、光源は、エキシマレーザーであるけれども、これに限定されることなく、他のガスレーザーが用いられてもよく、また固体レーザーが用いられてもよい。また非晶質材料は、 $a-Si$ であるけれども、これに限定されることなく、非晶質のゲルマニウムやセレンなどであってもよい。

【0061】

【発明の効果】

本発明によれば、第1領域内に対してレーザービームを照射して非晶質材料を溶融凝固させて結晶化した後、第1領域と予め定められる部分が重畳する第2領域に対してレーザービームを照射して非晶質材料を溶融凝固させて結晶化する。このように第2領域の非晶質材料は、レーザービームの照射によって溶融凝固するとき

、第1領域に形成された結晶を種結晶として、第1領域に形成された結晶粒を引継いでエピタキシャルに結晶成長することができる。さらにレーザビームが照射されるべき領域を予め定められる方向に予め定められる距離移動し、直前の第2領域と部分的に重畳するように新たな第1領域を定め、第1領域と第2領域とに対するレーザビームの照射と、照射領域の移動とによる結晶化処理を順次繰返すことによって、パターンニング等による制約を受けることなく、非晶質材料からなる層に所望の大きさの結晶化領域を生成することが可能になるとともに、以前に結晶化された部位を種結晶として順次結晶成長させることができるので、大きな結晶粒を生成することが可能になる。

【0062】

また本発明によれば、第1および第2領域は、非晶質材料からなる層の表面に長方形の形状に画されるので、非晶質材料が溶融凝固する際、第1および第2領域の短手方向には、長手方向よりも大きな温度勾配が形成される。このことによって、温度勾配が大きな短手方向に優先的に結晶化および結晶成長が起こるので、領域がたとえば正方形に画されて4方からほぼ均一に結晶化される場合に比べて、大きな結晶粒を生成させることができる。

【0063】

また本発明によれば、第1および第2領域は、前記非晶質材料からなる層の表面に鋸歯状またはアーチ状の形状に画される。第1および第2領域の鋸歯の突出方向およびアーチ状の湾曲方向を結晶の優先成長方向に合わせることによって、非晶質材料が溶融した後凝固する際の結晶成長を促進することができるので、第1領域において結晶化された結晶を種結晶とし、第2領域において結晶化処理するとき、一層確実に結晶成長させることが可能になる。

【0064】

また本発明によれば、第1領域と第2領域とは交差するので、交差による重畳領域であって結晶化された領域の周縁部に沿って、順次結晶化領域を拡大することができる。このようにして結晶化領域を拡大するとき、レーザビームが照射されて結晶化されるべき領域の移動を効率よく実施することができるので、結晶化処理された半導体材料の生産効率を高めることができる。

【0065】

また本発明によれば、レーザビーム加工装置には、レーザビームを放射する光源と、非晶質材料からなる層の表面に第1領域を画するための第1投影マスクと、第2領域を画するための第2投影マスクとが設けられる。このことによって、第1領域にレーザビームを照射して結晶化し、次いで第2領域にレーザビームを照射して第1領域に生成された結晶を種結晶として結晶成長させるという結晶化処理および結晶成長を円滑に行うことが可能になる。

【0066】

また本発明によれば、第1レーザ光源と第2レーザ光源との2つの光源を備えるので、第1領域と第2領域とにレーザビームを照射する時間間隔を自在に設定することができる。このことによって、第1領域において結晶化された結晶を種結晶とし、種結晶から結晶成長させるのに最適なタイミングで第2領域にレーザビームを照射することが可能になるので、大きな結晶粒を生成することができる。また前述のように第1領域に対するレーザビームの照射後、第2領域に対するレーザビーム照射の最適なタイミングを設定することができるので、種結晶から結晶成長させるために第1領域に対して第2領域を重畳させるべき好適な領域の許容範囲が緩和される。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施の一形態であるレーザ加工装置10の構成を簡略化して示す系統図である。

【図2】

図1に示すレーザ加工装置10に備わる第1および第2投影マスク17, 18の形状を示す平面図である。

【図3】

サンプル21の構成を簡略化して示す断面図である

【図4】

a-Si膜29上におけるレーザビーム照射による結晶化処理の概要を示す図である。

【図 5】

もう一つの投影マスク 3 3 の形状を示す平面図である。

【図 6】

本発明の実施の第 2 の形態であるレーザ加工装置に設けられる第 3 および第 4 投影マスク 3 5, 3 6 の形状を示す平面図である。

【図 7】

第 1 領域 3 1 と第 2 領域 3 2 とが交差している場合の a-Si 膜 2 9 上におけるレーザビーム照射による結晶化処理の概要を示す図である。

【図 8】

開口部 4 3, 4 4 がアーチ状に形成される第 5 および第 6 投影マスク 4 5, 4 6 の形状を示す図である。

【図 9】

本発明の実施の第 3 の形態であるレーザ加工装置 5 0 の構成を簡略化して示す系統図である。

【図 1 0】

先行技術に用いられるレーザ加工装置 1 の構成を簡略化して示す系統図である。

。

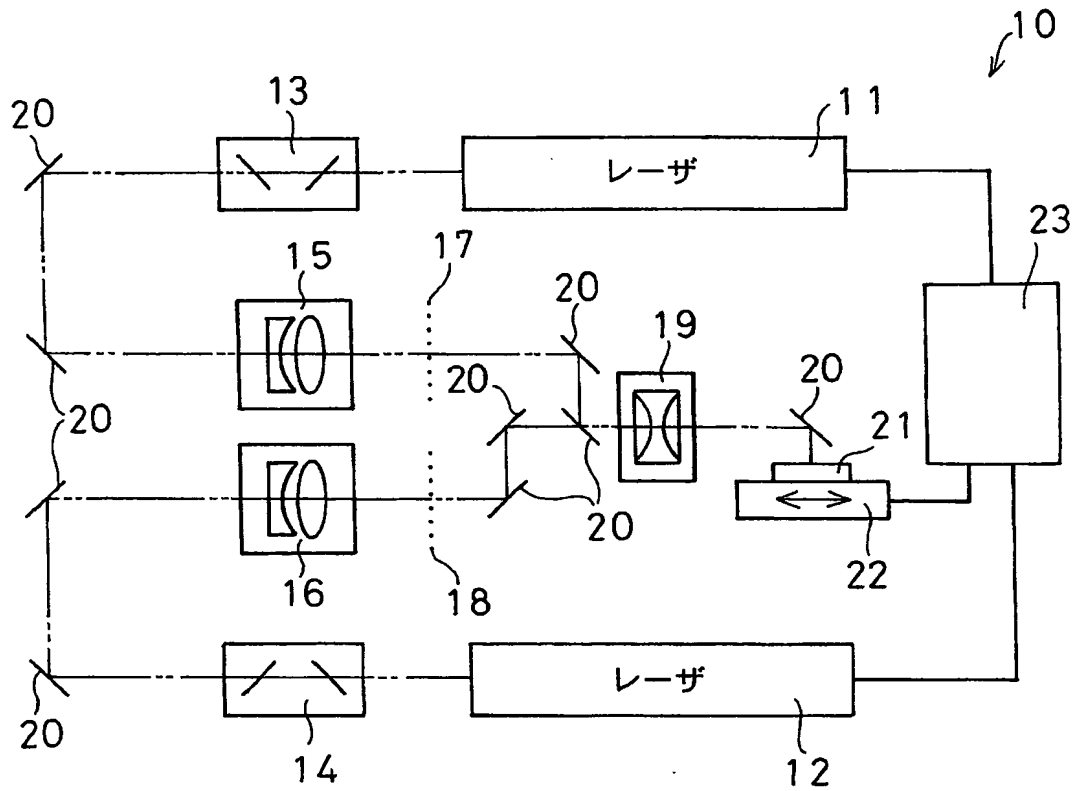
【符号の説明】

- 1 0, 5 0 レーザ加工装置
- 1 1 第 1 レーザ光源
- 1 2 第 2 レーザ光源
- 1 3 第 1 可変減衰器
- 1 4 第 2 可変減衰器
- 1 5 第 1 可変焦点視野レンズ
- 1 6 第 2 可変焦点視野レンズ
- 1 7 第 1 投影マスク
- 1 8 第 2 投影マスク
- 1 9 結像レンズ
- 2 0 ミラー

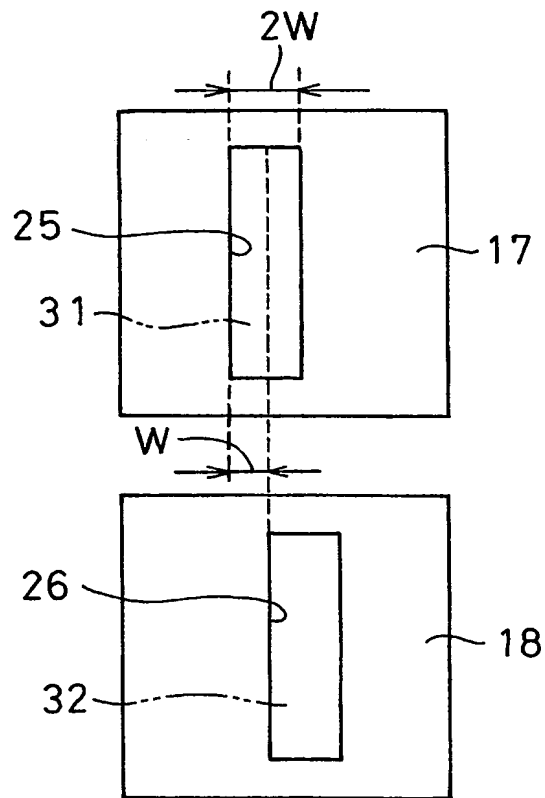
- 21 サンプル
- 22 ステージ
- 27 透明基板
- 28 SiO₂膜
- 29 a-Si膜

【書類名】 図面

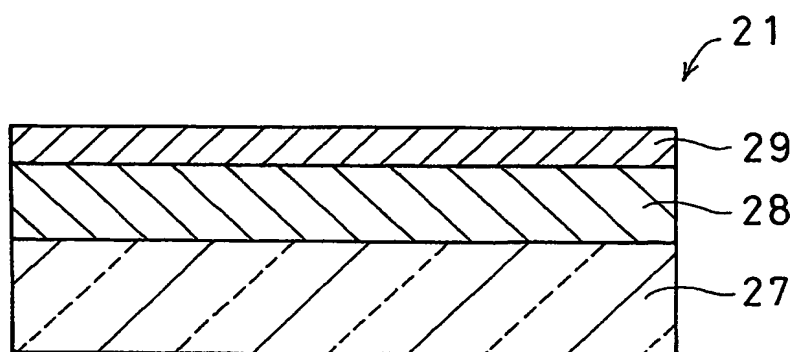
【図 1】



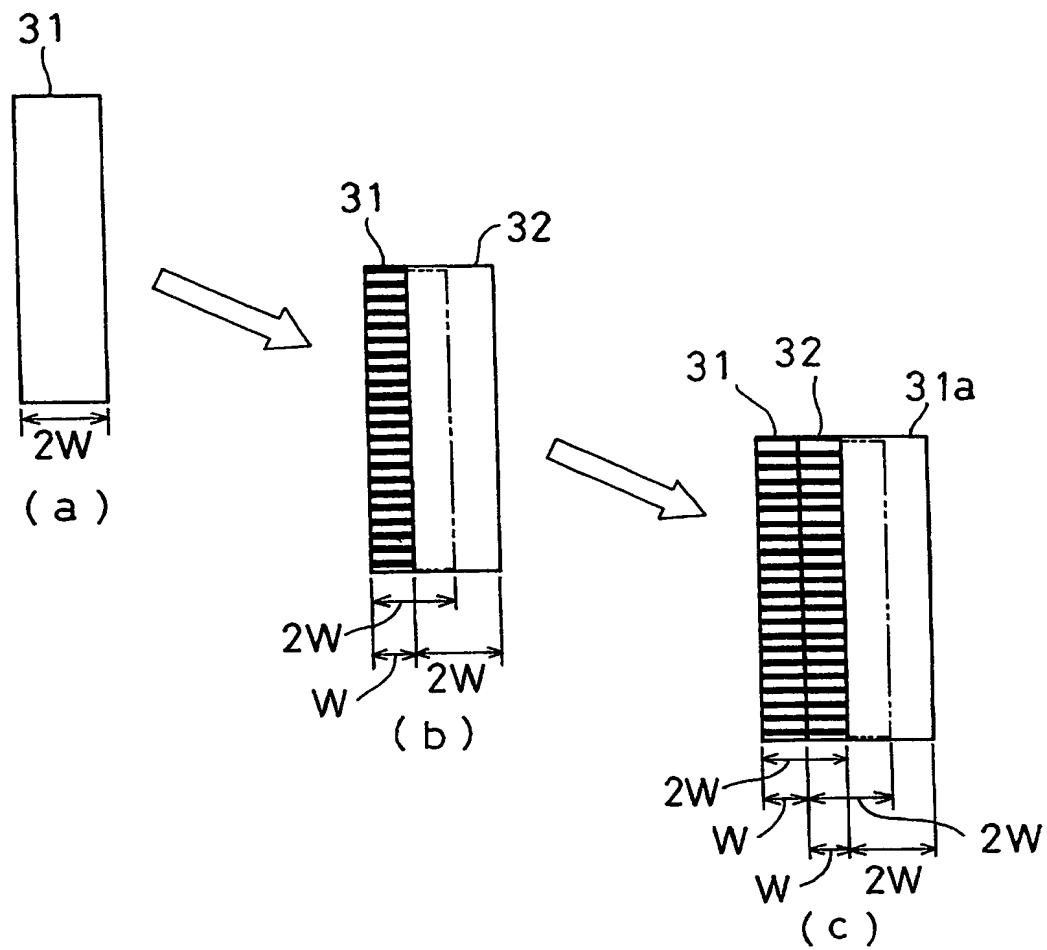
【図2】



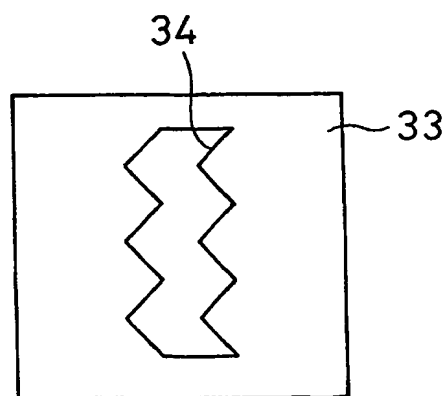
【図3】



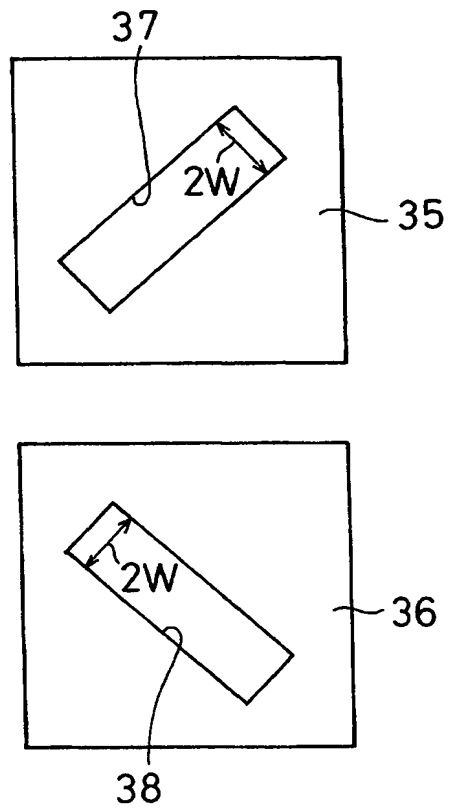
【図 4】



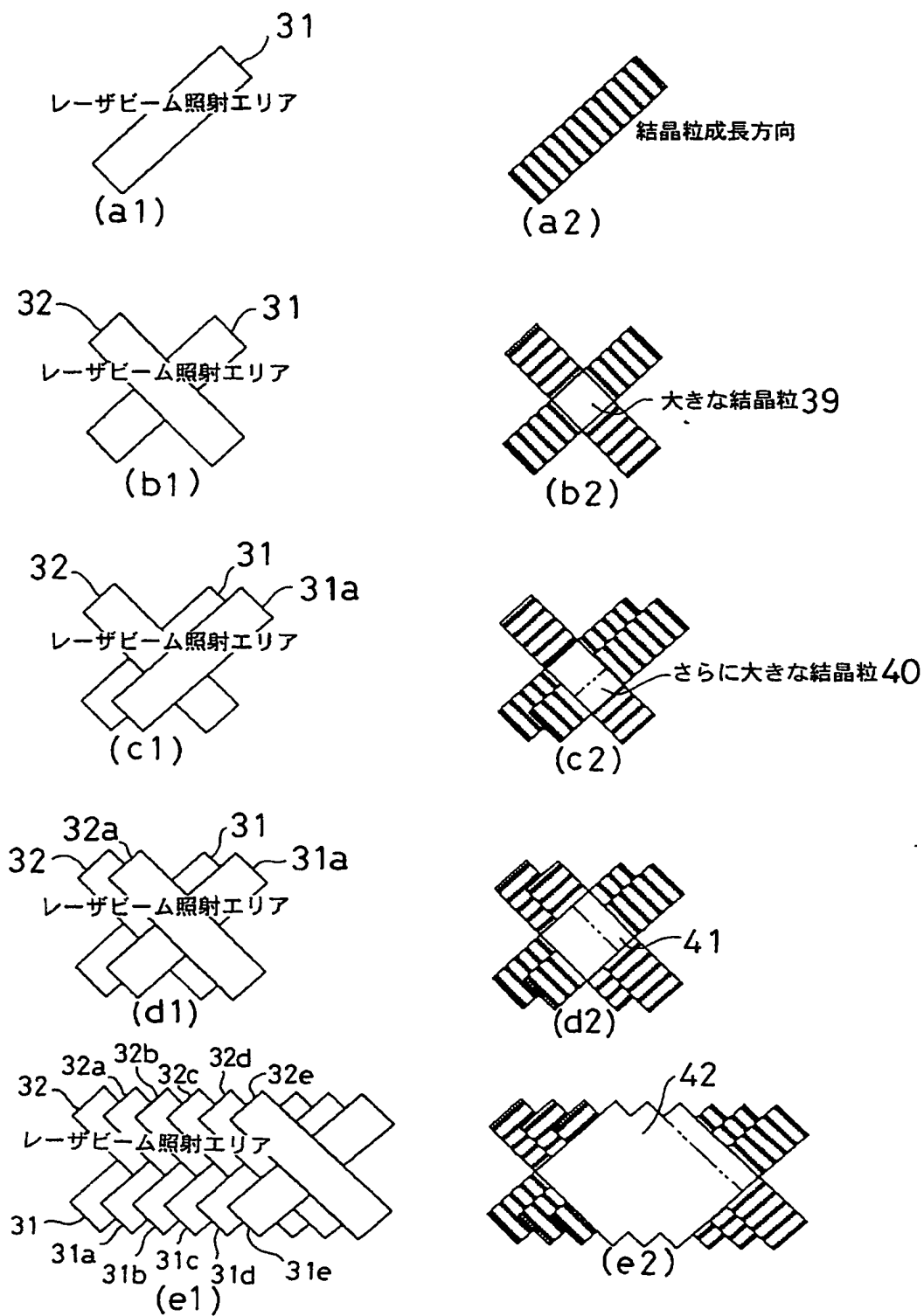
【図 5】



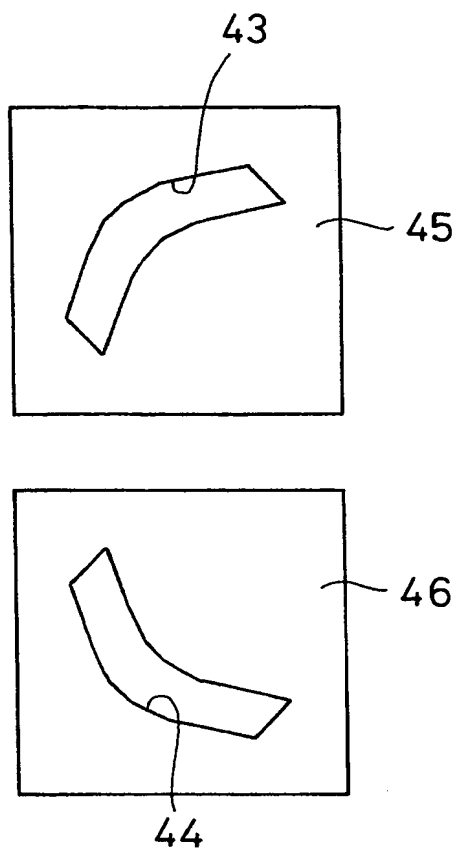
【図6】



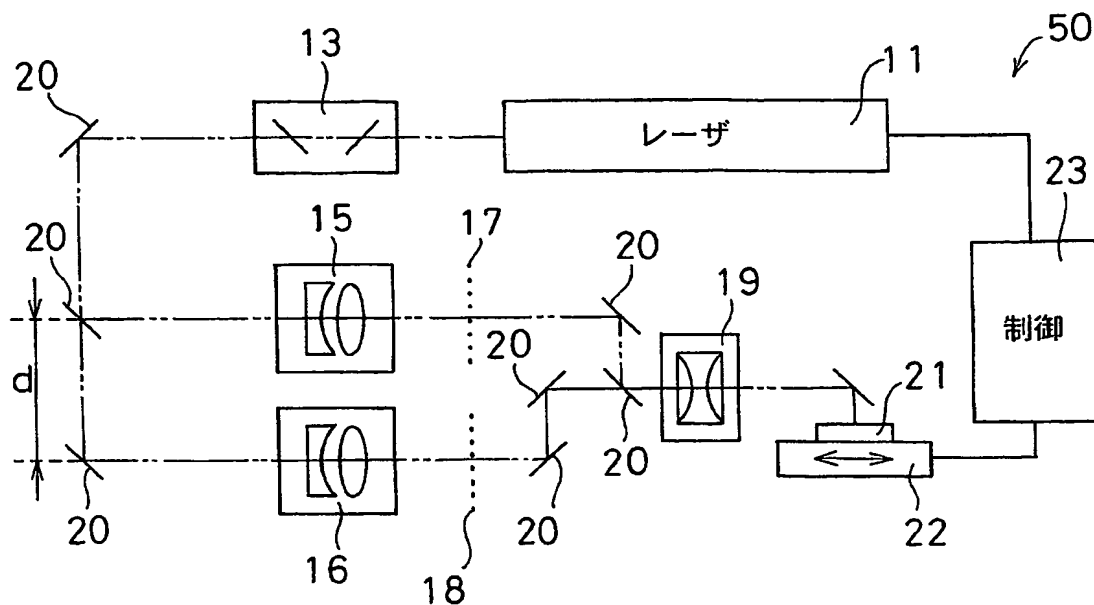
【図7】



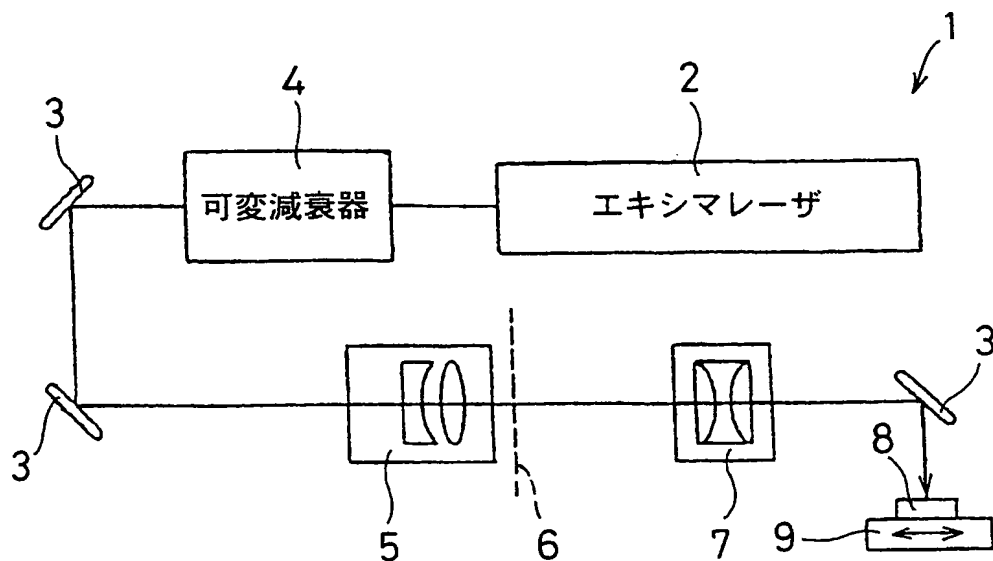
【図8】



【図 9】



【図 10】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体材料として用いられる非晶質材料を確実に結晶化させるとともに、所望の広さの領域になるように結晶化させることができる。

【解決手段】 サンプル 2 1 の表層に形成される非晶質材料からなる層の表面に画される第 1 領域内に対してレーザビームを照射して非晶質材料を溶融凝固させて結晶化し、第 1 領域と部分的に重畳するように非晶質材料からなる層の表面に画される第 2 領域を定め、第 2 領域内に対してレーザビームを照射して第 2 領域内の非晶質材料を溶融し、その凝固時に第 1 領域内の結晶を種結晶としてエピタキシャル成長させて結晶化する。非晶質材料の結晶化される領域が所望の大きさに達するまで、非晶質材料からなる層の表面上におけるレーザビームが照射されるべき第 1 および第 2 領域の移動と、レーザビームの照射とを繰り返し行う。

【選択図】 図 1

特願 2002-259318

出願人履歴情報

識別番号

[000005049]

1. 変更年月日
[変更理由]

住所
氏名

1990年 8月29日

新規登録

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
シャープ株式会社